

PAT-NO: JP403256682A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 03256682 A  
TITLE: ROBOT CONTROL DEVICE  
PUBN-DATE: November 15, 1991

INVENTOR-INFORMATION:

NAME  
NAKADA, SHUICHI  
SUGITA, SHINICHI  
NIWA, HIROSHI

INT-CL (IPC): B25J009/10

US-CL-CURRENT: 901/3, 901/9

ABSTRACT:

**PURPOSE:** To apply a **polishing** work on a bead part without being influenced by a shape error by previously storing the reference teaching point of a reference workpiece and the position co-ordinate of a reference position measuring point, detecting the position co-ordinate of an object workpiece on which a **polishing** work is applied, and correcting displacement between the reference workpiece and the machining locus of the object workpiece.

**CONSTITUTION:** In machining of an object workpiece 50, a contact 28 is brought into contact with an object workpiece 50, and the position measurement point of the object workpiece 50 is detected by means of a contact detecting means 6 to store a detecting position co-ordinate. By using a difference between the position co-ordinate of a reference position measurement point previously stored in relation to a reference workpiece and the position co-ordinate of a position measurement point in the object workpiece 50, the position co-ordinate of a reference teaching point previously stored regarding the reference workpiece is corrected to calculate the position co-ordinate of the teaching pint of the object workpiece 50 by means of a calculating means 4. According to a so determined teaching point, a robot 10 machines the object workpiece 50.

COPYRIGHT: (C)1991,JPO&Japio

⑤ Int. Cl.<sup>5</sup>  
B 25 J 9/10識別記号 庁内整理番号  
A 8611-3F

⑬ 公開 平成3年(1991)11月15日

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全8頁)

⑭ 発明の名称 ロボット制御装置

⑯ 特 願 平2-57413

⑰ 出 願 平2(1990)3月8日

⑱ 発 明 者 中 田 周 一 愛知県刈谷市朝日町1丁目1番地 豊田工機株式会社内  
 ⑱ 発 明 者 杉 田 真 一 愛知県刈谷市朝日町1丁目1番地 豊田工機株式会社内  
 ⑱ 発 明 者 丹 羽 広 愛知県刈谷市朝日町1丁目1番地 豊田工機株式会社内  
 ⑲ 出 願 人 豊田工機株式会社 愛知県刈谷市朝日町1丁目1番地

## 明 細 書

## 1 発明の名称

ロボット制御装置

## 2 特許請求の範囲

(1) ロボットの手首部の先端に並んで取付けられた工具および接触子と、前記工具または前記接触子が加工物に接触したことを検出する接触検出手段と、前記接触子が基準加工物に接触したことに基づいて、あらかじめ基準加工物にて設定された基準位置計測点の位置座標を記憶する基準位置計測点記憶手段と、前記工具が前記基準加工物に接触したことに基づいて、あらかじめ前記基準加工物に設定されたロボットの基準教示点の位置座標を記憶する基準教示点記憶手段と、前記接触子をこれから加工する目的加工物に接触させることによって、前記目的加工物の目的位置計測点を前記接触検出手段によって検出し、この位置座標を記憶する目的位置計測点記憶手段と、前記基準位置計測点記憶手段にて記憶した基準位置計測点および前記目的位置計測点記憶手段にて記憶した目的

位置計測点の位置座標の差から前記基準教示点記憶手段にて記憶した基準教示点の位置座標を補正して前記目的加工物の目的教示点の位置座標を算出する目的教示点算出手段と、この目的教示点算出手段によって算出された前記目的教示点に従ってロボットを動作させ前記目的加工物の加工を行う加工実行手段とを備えたことを特徴とするロボット制御装置。

(2) ロボットの手首部の先端に並んで取付けられた工具および接触子と、前記工具または前記接触子が加工物に接触したことを検出する接触検出手段と、前記接触子を基準加工物に接触させることによって、あらかじめ基準加工物にて設定された基準位置計測点を前記接触検出手段によって検出し、この位置座標を記憶する基準位置計測点記憶手段と、前記工具を前記基準加工物に接触させることによって、あらかじめ前記基準加工物に設定されたロボットの基準教示点を前記接触検出手段によって検出し、この位置座標を記憶する基準教示点記憶手段と、前記接触子をこれから加工する

目的加工物に接触させることによって、前記目的加工物の目的位置計測点を前記接触検出手段によって検出し、この位置座標を記憶する目的位置計測点記憶手段と、前記基準位置計測点記憶手段にて記憶した基準位置計測点および前記目的位置計測点記憶手段にて記憶した目的位置計測点の位置座標の差から前記基準教示点記憶手段にて記憶した基準教示点の位置座標を補正して前記目的加工物の目的教示点の位置座標を算出する目的教示点算出手段と、この目的教示点算出手段によって算出された前記目的教示点に従ってロボットを動作させ前記目的加工物の加工を行う加工実行手段とを備えたことを特徴とするロボット制御装置。

### 3 発明の詳細な説明

#### <産業上の利用分野>

本発明は、特に研磨作業を行うのに適したロボット制御装置に関する。

#### <従来の技術>

従来、ロボットに加工軌跡を教示し、ロウ付加工された加工物のビード部を研磨作業によって除

自体の形状の誤差、ロウ付加工によるビード部の盛り高さのばらつき、加工物を設置する位置のずれ等の仕上げ状態を劣化させる要因に影響されることが可能なロボット制御装置を提供することを目的とする。

#### <課題を解決するための手段>

本発明は、上述した問題点を解決するためになされたもので、第1図に示すように、ロボット10の手首部17の先端に並んで取付けられた工具27および接触子28と、工具27または接触子28が加工物に接触したことを検出する接触検出手段6と、接触子28が基準加工物に接触したことに基づいて、あらかじめ基準加工物にて設定された基準位置計測点の位置座標を記憶する基準位置計測点記憶手段1と、工具27が基準加工物に接触したことに基づいて、あらかじめ基準加工物に設定されたロボット10の基準教示点の位置座標を記憶する基準教示点記憶手段2と、接触子28をこれから加工する目的加工物50に接触させ

去する場合、次の様な手段を用いていた。すなわちロボットの先端に砥石の押し付け量を検出するセンサを設け、作成されたティーチングデータにより砥石を移動し、砥石の押し付け量を検出し、所定のしきい値を越える場合は、砥石の押し付け量が常に一定になるようにティーチングデータを補正演算して砥石の移動軌跡を変更しながら研磨作業を行うものである。

#### <発明が解決しようとする課題>

かかる従来の技術の様な、ティーチングデータの補正によるロボットの制御装置では、自動車ボディのルーフとピラーの接合部の様な高い仕上がり状態が要求される加工では十分に対応できなかった。この理由は、仕上げ面の美観が強く要求されるにもかかわらず、加工物（自動車ボディ）自体の形状の誤差、ロウ付加工によるビード部の盛り高さのばらつき、加工物を設置する位置のずれ等の仕上げ状態を劣化させる要因が多いためである。

本発明はこのような問題点を解決して、加工物

ることによって、目的加工物50の目的位置計測点を接触検出手段6によって検出し、この位置座標を記憶する目的位置計測点記憶手段3と、基準位置計測点記憶手段1にて記憶した基準位置計測点および目的位置計測点記憶手段3にて記憶した目的位置計測点の位置座標の差から基準教示点記憶手段2にて記憶した基準教示点の位置座標を補正して目的加工物50の目的教示点の位置座標を算出する目的教示点算出手段4と、この目的教示点算出手段4によって算出された目的教示点に従ってロボット10を動作させ目的加工物50の加工を行う加工実行手段5とを備えたことを特徴とする。

また、前記基準位置計測点記憶手段1における接触子28が基準加工物に接触したことを検出する手段として、前記接触検出手段6を用いてもよい。さらに、前記基準教示点記憶手段2における工具27が基準加工物に接触したことを検出する手段として、前記接触検出手段6を用いてもよい。

#### <作用>

上記のように構成されたロボット制御装置では、目的加工物50を加工する場合において、接触子28を目的加工物50に接触させ、接触検出手段6によって、目的加工物50の位置計測点を検出し、この位置座標を記憶する。そしてあらかじめ基準加工物にて記憶した基準位置計測点の位置座標とこの目的加工物50における位置計測点の位置座標の差を用いて、同じくあらかじめ基準加工物にて記憶した基準教示点の位置座標を補正して目的加工物50の教示点の位置座標を算出する。ロボット10はこうして求められた教示点に従って、目的加工物50を加工する。

#### <実施例>

本発明の実施例について図面を参照して説明する。

第2図は、ロボット10を示す斜視図である。このロボット10は6軸型のロボットであり、アームの先端に取付けられた回転砥石27により磨き作業を行う。加工物は自動車用フレームであり、ピラーとルーフとの接合部をロウ付したビート部

分を滑らかに仕上げる磨き作業を行うものである。

第3図はフローティングシリンダ装置20を示す図である。フローティングシリンダ装置20はロボット10の手首部17の先端に基板60を介してシリンダ本体21と平行リンク機構61が取付けられている。シリンダ本体21にはピストン22が嵌挿され、圧縮空気によりピストンロッド23を押し出す方向に付勢されている。シリンダ内には、ピストン22に当接可能に導通センサ24が設けられている。導通センサ24はピストン22のストローク端のストッパを兼ねると共に、ピストン22の当接により電氣的導通を検出してフローティングシリンダ装置20のストローク端を検出する。ピストンロッド23および平行リンク機構61の一端には、中間板62を介して工具ヘッド26および接触子28が固定されている。工具ヘッド26には、回転砥石からなる工具27が取付けられており、接触子28は先端が円錐状となった円柱棒よりなっている。この工具27および接触子28は、加工物に当接することによ

てストローク端に位置しているピストン22を移動させてシリンダ本体21の導通センサ24を作動させる。平行リンク機構61は、平行リンクの伸縮によって工具27および接触子28がピストン22と同方向に移動できるように支持している。

フローティングシリンダ装置20は、自由状態では圧縮空気の付勢力によりシリンダ本体21のピストン22が導通センサ24に押し付けられたストローク端にある。工具(回転砥石)27が加工物に押し付けられると、圧縮空気の付勢力に抗してピストン22およびピストンロッド23が移動する。即ち、工具27が加工物を押圧する押圧力は圧縮空気の付勢力で決定する。またシリンダ本体21は、工具27が加工物を押圧した時の衝撃や、研磨作業中の振動を吸収する作用を有する。

第4図は制御装置30を示すブロック図である。制御装置30は、CPU31(中央処理装置31)、メモリ32、可搬式の操作盤であるオペレーティングボックス34、および各軸のサーボ駆動ユニットD1~D6からなるロボット制御部35と、

プログラマブルコントローラ(PC)36、工具駆動ユニット37、からなる補助制御部39とを備える。

制御部35は主にロボットの動作軌跡を制御する部分であり、CPU31ではオペレーティングボックス34により教えられた基準加工物上の基準教示点および基準位置計測点をメモリ32に記憶し、それらの情報に基づいて補間演算等を行って各軸A1~A6の目標位置を算出し各軸のサーボ駆動ユニットD1~D6に目標位置 $\theta 1 \sim \theta 6$ を出力する。各軸のサーボ駆動ユニットD1~D6はそれぞれサーボ制御用のCPUを備え、パルスエンコーダE1~E6からの位置信号を検出して指令された目標位置 $\theta 1 \sim \theta 6$ を実現すべく各軸駆動するサーボモータM1~M6を制御する。

補助制御部39は、プログラマブルコントローラ36による工具駆動ユニット37の制御等の補助的な制御をするとともに、ロボット制御用CPU31との間でデータの授受を行う。また、導通センサ24からの信号もプログラマブルコントロ

ーラ36を経由してCPU31に伝えられる。

以上の構成に基づき本実施例の作用を説明する。

第5図(a)、(b)、(c)は基準加工物63を示した図であり、(a)は平面図、(b)、(c)は断面図である。第5図(d)、(e)は目的加工物50を示した断面図である。基準加工物63および目的加工物50は曲面形状を有する板金部材であり、目的加工物50はロウ付溶接によるビード部51を残している。このビード部51を工具(回転砥石)27による研磨作業により、目的加工物50に傷を生じさせないように除去し、滑らかな曲面を得ようというものである。

第5図(a)に示すようにあらかじめ基準加工物63上には、 $MP(1) \sim MP(N)$ のN個の基準教示点が設定してあり、これらの点を直線補間で結ぶことによって加工軌跡を形成している。目的加工物50のビード部51を研磨する前処理として、第5図(b)のようにまず、オペレーティングボックス34によってロボット10を操作しながら、フローティングシリンダ装置20のシ

リンダ本体21がストロークエンドとなるように、工具27を基準加工物63に接触させ、導通センサ24が工具27の接触を検出すると、基準教示点 $MP(k)$  ( $1 \leq k \leq N$ )の位置座標 $MP(k) = (X_{mp}, Y_{mp}, Z_{mp})$ を記憶する。この作業を $MP(1) \sim MP(N)$ のN回繰り返すことによって、加工軌跡を設定する。

次に第5図(c)に示すように、あらかじめオペレーティングボックス34によって基準位置計測点 $MA(k)$  ( $1 \leq k \leq N$ )の大体の位置を教示した後、この位置を基にロボット10を制御して接触子28を基準加工物63に接触させ、導通センサ24が接触子28の接触を検出すると、基準位置計測点 $MA(k)$ の位置座標 $MA(k) = (X_{ma}, Y_{ma}, Z_{ma})$ を記憶する。基準位置計測点の位置は基準加工物63にビード部が存在すると仮定した時、ビード部の影響を受けて位置座標に誤差が生じないように基準教示点より所定の距離だけ離れた位置に設定されている。

以上の手順において、工具27と接触子28の

どちらか一方を基準加工物63に接触させる時、他方が基準加工物63に干渉しないようにロボット10の手首部17は適切な角度に制御される。

上述した手順は、目的加工物50のビード部51を研磨によって取り除く前処理として行われ、ロボット10は、基準加工物63に関する基準教示点の位置座標 $MP(k) = (X_{mp}, Y_{mp}, Z_{mp})$ と基準位置計測点の位置座標 $MA(k) = (X_{ma}, Y_{ma}, Z_{ma})$ を各N個ずつペアで持つことになる。

以下は、第6図に示すフローチャートにより目的加工物50のビード部51を研磨によって取り除く過程を説明する。

ステップ100では、第5図(d)に示すように、あらかじめ記憶した基準位置計測点 $MA(k)$  ( $1 \leq k \leq N$ )を参照しながらロボット10を制御し、接触子28を目的加工物50に接近させる。

ステップ102では、接触子28が目的加工物50に接触したかをシリンダ本体21内部のタッチセンサ24によって判断する。もし接触したな

らば、ステップ106に移動する。また、所定の距離接近させても接触信号が検出されない場合は、異常が発生したとしてステップ104に移動する。

ステップ104では、目的加工物50が用意されていないか、目的加工物50の設置の仕方に不備が考えられるので、ロボット10を停止させる。

ステップ106では、一時的にロボット10を停止させ、目的加工物50の目的位置計測点 $A(k)$  ( $1 \leq k \leq N$ )の位置座標 $A(k) = (X_a, Y_a, Z_a)$ を記憶し、ステップ108に移動する。

ステップ108では、上述の前処理によってあらかじめ記憶してあった、基準加工物63の基準位置計測点の位置座標 $MA(k) = (X_{ma}, Y_{ma}, Z_{ma})$ とステップ106で記憶した目的加工物50の目的位置計測点の位置座標 $A(k) = (X_a, Y_a, Z_a)$ を用いて、基準加工物63と目的加工物50の位置座標の差( $dX, dY, dZ$ )を以下のようにして計算し、ステップ110に移動する。

$$dX = X_a - X_{ma}$$

$$dY = Y_a - Y_{ma}$$

$$dZ = Z_a - Z_{ma}$$

ステップ110では、あらかじめ記憶してあった、基準加工物63の基準教示点の位置座標 $MP(k) = (X_{mp}, Y_{mp}, Z_{mp})$ とステップ108で記憶した基準加工物63と目的加工物50の位置座標の差( $dX, dY, dZ$ )を用いて、目的加工物50の目的教示点の位置座標 $P(k) = (X_p, Y_p, Z_p)$ を以下のようにして計算する。

$$X_p = X_{mp} + dX$$

$$Y_p = Y_{mp} + dY$$

$$Z_p = Z_{mp} + dZ$$

以上の動作サイクルを基準教示点の数 $N$ 回繰り返すことによって、目的加工物50の加工軌跡を作り上げた後、目的加工物50の研磨加工を行う(第5図(e))。研磨加工は、一つの目的加工物50に対して数回に繰り返して行われる。もともと基準加工物63における加工軌跡は、工具27

が基準加工物63にフローティングシリンダ装置20のシリンダ本体21のストロークエンドで接触するように設定されているため、目的加工物50の加工軌跡もこれと同じ関係となる。従って工具27は目的加工物50を削り込むことは無い。よって本実施例のロボット制御装置は、加工物上の教示点付近でビード部の影響を受けない位置に位置計測点を設定し、基準加工物63および目的加工物50の位置計測点を基に教示点の補正を行うため、次々に変化する目的加工物50の設置位置のずれ、ビード部51の盛り高さのばらつき、目的加工物50の形状の誤差等に影響されることがなくビード部51の研磨加工を行うことができる。

なお上述した実施例では、基準加工物63に工具27を接触させて基準教示点 $MP(k)$ の位置座標を記憶する時と、基準加工物63に接触子28を接触させて基準位置計測点 $MA(k)$ の位置座標を記憶する時、工具27および接触子28が基準加工物63に接触したことを確認する手段として導通センサ24からの信号を用いているが、

作業者が目視によって、この接触を確認して、その時の座標を記憶させる方法を用いてもよい。  
 <発明の効果>

以上述べたように本発明は、加工物上の教示点付近でビード部の影響を受けない位置に位置計測点を設定し、あらかじめ基準加工物の基準教示点と基準位置計測点の位置座標を記憶し、研磨加工を行う目的加工物の目的位置計測点の位置座標を検出することによって、基準加工物と目的加工物の加工軌跡のずれを補正するようにしたために、次々に変化する目的加工物の設置位置のずれ、ビード部の盛り高さのばらつき、目的加工物の形状の誤差等に影響されることがなくビード部の研磨加工を行うことが可能となった。

#### 4 図面の簡単な説明

第1図は本発明の構成を明示する図である。第2図から第6図は、本発明によるロボット制御装置の一実施例を示し、第2図は実施例のロボットの全体構成図、第3図はフローティングシリンダ装置を示す図、第4図は制御装置の構成図、第5

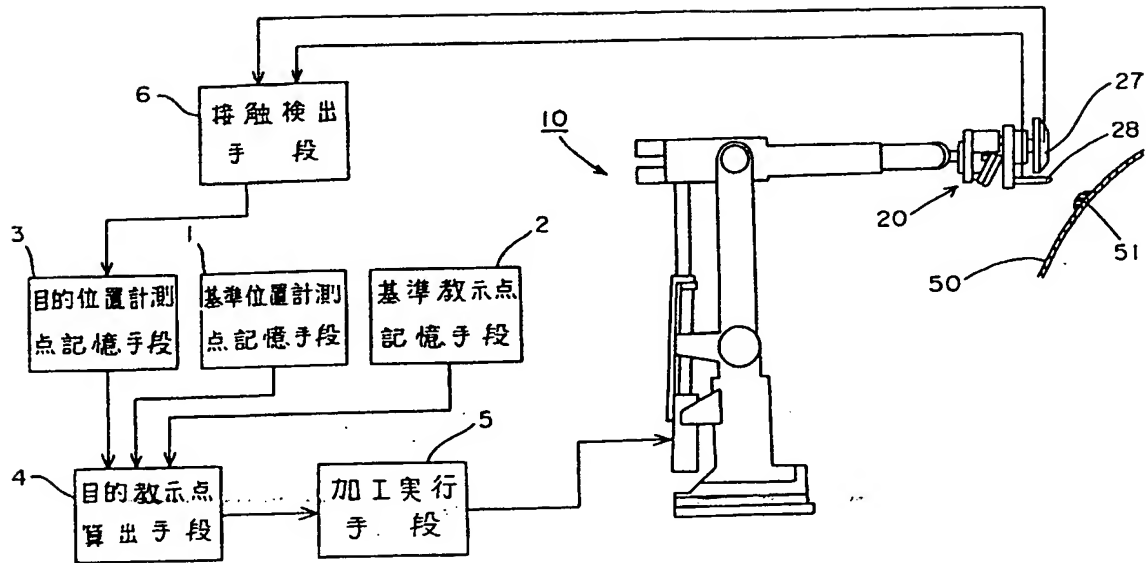
図は本実施例の動作を説明するための図、第6図は本実施例の動作を説明するためのフローチャートである。

1・・・基準位置計測点記憶手段、2・・・基準教示点記憶手段、3・・・目的位置計測点記憶手段、4・・・目的教示点算出手段、5・・・加工実行手段、6・・・接触検出手段、10・・・ロボット、24・・・導通センサ、27・・・工具、28・・・接触子、50・・・目的加工物、63・・・基準加工物、A・・・目的位置計測点、MA・・・基準位置計測点、MP・・・基準教示点、P・・・目的教示点。

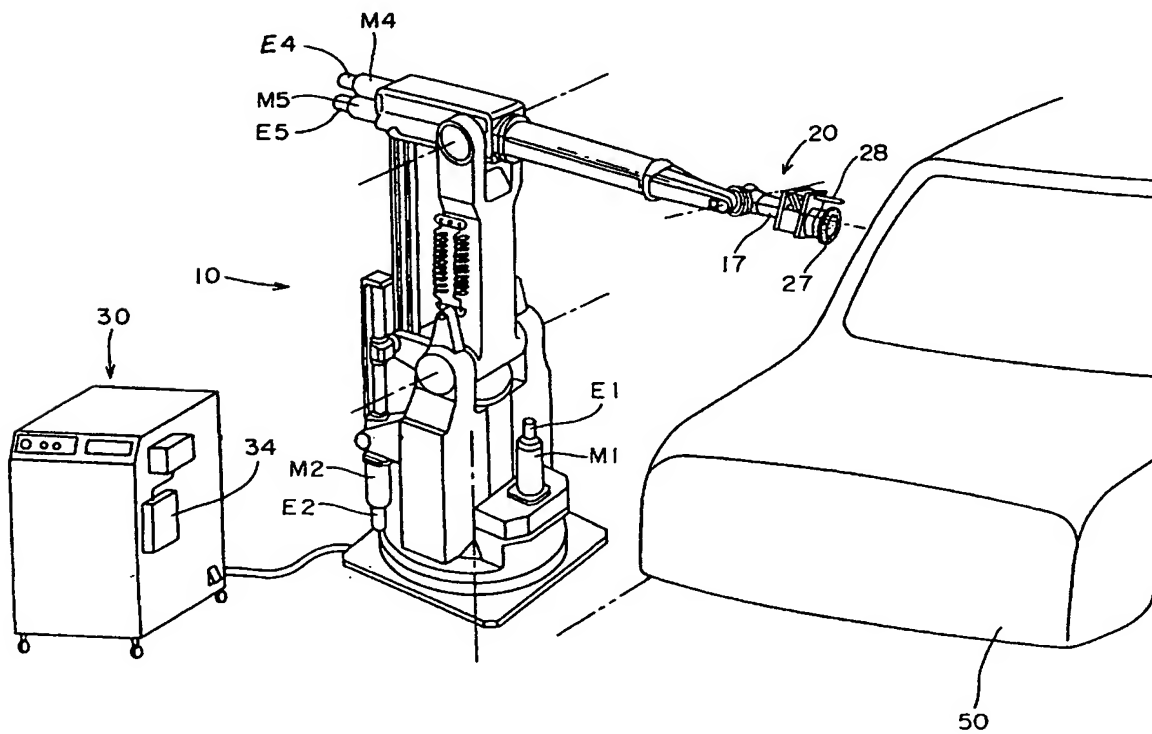
特許出願人

豊田工機株式会社

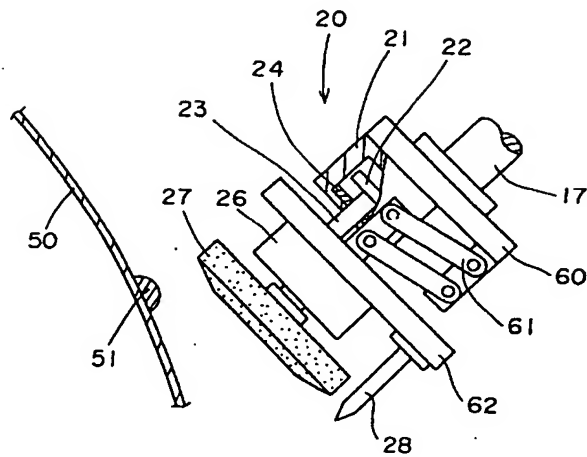
第1圖



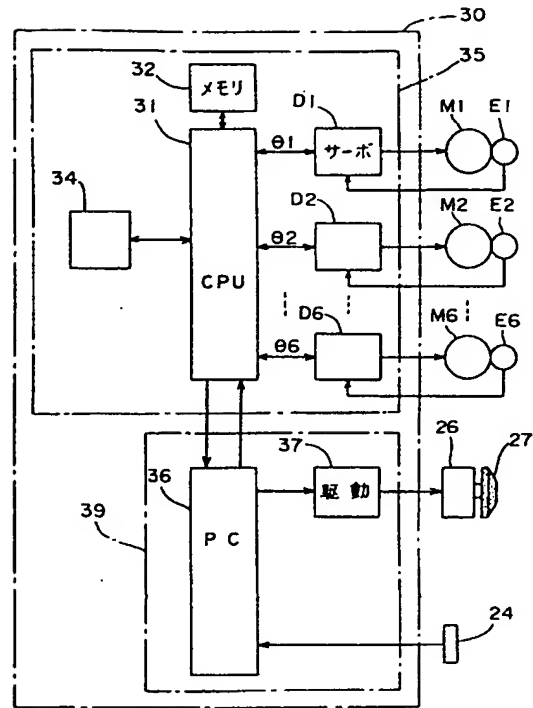
第2圖



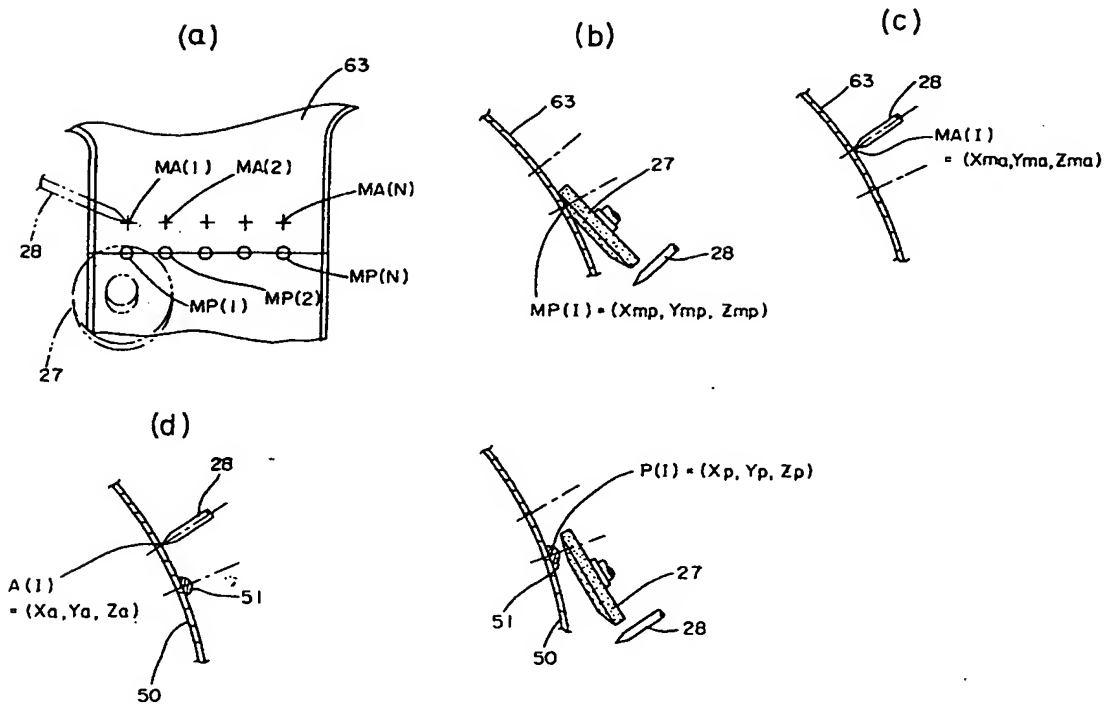
第3図



第4図



第5図





第 6 図

